

Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. 5 No. 1 : 67-75 (1999)

Artikel (Article)

**PEMBAKARAN TERKENDALI SEBAGAI METODA
ALTERNATIF DALAM PENCEGAHAN KEBAKARAN HUTAN DI
HUTAN TANAMAN *Acacia mangium***

***Prescribed Burning as an Alternative Method for Preventing Forest Fire
in Acacia mangium forest plantation***

BAMBANG HERO SAHARJO¹⁾

ABSTRACT

Prescribed burning was well done in Acacia mangium plantation without any trees damaged or dead and no natural regeneration found in the forest floor after fire. Fuel load 3 ton/ha and fuel bed depth 8 cm can be used as a standard for it. Flame temperature reached from 149 °C and 170 °C and flame length 0.74-0.93 m can safe the plantation for any damage. Three months after burning there was an accumulation of fuel load in the forest floor, therefore 3 months interval is a good solution in preventing the forest from fire invasion.

PENDAHULUAN

Peranan hutan tanaman di Indonesia sangat penting terutama untuk tujuan konservasi, seperti yang diutarakan oleh Menteri Kehutanan Ir.Jamaludin (Seabright, 1995). Hal ini dikarenakan potensi kayu yang dihasilkan oleh hutan tanaman akan mampu memenuhi pasokan bahan baku industri yang kebutuhannya terus meningkat dari tahun ke tahun. Keberhasilan pembangunan hutan tanaman ini nantinya diharapkan mampu menekan laju perusakan terhadap hutan alam. Selain itu hutan tanaman ini nantinya diharapkan dapat menstabilisasi dan meningkatkan kualitas lingkungan (ITTO, 1993).

Sebagaimana diketahui proyeksi kapasitas pulp untuk tahun 1997 yang 4.6 juta ton/ha diharapkan akan meningkat menjadi 5.2 juta ton pada tahun 1998. Kebutuhan tersebut akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, sehingga pada tahun 2010 kapasitas tersebut diperkirakan akan mencapai 11 juta ton/tahun. Untuk menjamin lancarnya pasokan bahan baku tersebut serta turut mengurangi laju perusakan terhadap hutan alam maka jutaan hektar hutan tanaman harus dibangun. Namun banyak faktor yang menghambat keberhasilan pembangunan hutan tanaman tersebut satu diantaranya adalah api (Saharjo, 1997).

Api masih tetap menjadi salah satu faktor penentu dalam keberhasilan pembangunan hutan tanaman khususnya *Acacia mangium*. Meningkatnya luas areal yang terbakar terutama pada musim kemarau disertai dengan musnahnya tegakan *A.mangium* tidak harus terjadi jika bahan bakar di dalam tegakan tidak terlalu tinggi akibat pemeliharaan yang

¹⁾ Staf pengajar dan peneliti pada Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, PO.BOX 168, Bogor 16001

seadanya. Jika tidak segera ditanggulangi masalah tingginya bahan bakar ini, maka peluang untuk makin besarnya tegakan yang terbakar akan makin tinggi. Untuk itu perlu dicari alternatif pemecahannya. Di Australia (McArthur, 1962) mengemukakan bahwa dalam rangka mengurangi musnahnya tegakan ekaliptus akibat api liar maka dilakukan pembakaran terkendali dengan tujuan untuk mengurangi bahan bakar di dalam tegakan tersebut. Hal demikian dilakukan pula di negara seperti Amerika, Kanada dan Perancis.

Saat ini pembakaran terkendali dilakukan dengan berbagai tujuan (Gill and Bradstock, 1996). Hal tersebut dapat digunakan untuk mengurangi bahan bakar (McArthur, 1962; Raison *et al*, 1986; dan McCaw *et al*, 1997), melindungi produksi kayu, suplai air, produksi ternak dan lainnya, membasmi gulma, memelihara keanekaragaman hayati, membersihkan jenis-jenis yang tidak dikehendaki, dan lain-lain (Ahlgern dan Ahlgern, 1965; Harvey *et al.*, 1976; dan Herr *et al*, 1994). Pencegahan kebakaran hutan dapat dilakukan baik dengan memindahkan sumber api atau menyingkirkan bahan bakar yang mudah terbakar. Alternatif pencegahannya akan sangat bergantung kepada nilai yang akan dilindungi. Untuk itu tujuan penelitian ini adalah mencari kemungkinan penerapan metoda pembakaran terkendali sebagai salah satu alternatif dalam pencegahan kebakaran hutan di hutan tanaman khususnya *A.mangium*.

LOKASI DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada areal Hutan Tanaman Industri (HTI) milik PT.Musi Hutan Persada, Barito Pacific Group, yang terletak di blok hutan Subanjeriji, Sumatra Selatan. Sebagian besar lokasi ditanami *A.mangium* dengan rotasi tebang 8 tahun yang diharapkan menjadi sumber bahan baku bagi pabrik pulp dan paper yang direncanakan mempunyai kapasitas produksi 450.000 ton/tahun.

Curah hujan tahunan adalah 2.800 mm dengan kisaran antara 92 mm pada bulan Juli dan 278 mm pada bulan Februari. Menurut sistim Schmidt dan Fergusson (1955), areal hutan tanaman ini termasuk tipe iklim A. Rata-rata temperatur maksimum adalah 32.6°C pada bulan Agustus dan temperatur minimum 22.3°C pada bulan Desember.

METODA PENELITIAN

Petak dan mekanisme percobaan

Satu petak percobaan seluas 150m² (10 m x 15 m) dibuat di dalam tegakan *A.mangium* pada 4 umur tanaman berbeda yaitu 2-tahun, 3-tahun, 4-tahun dan 5-tahun. Di dalam petak ini, simpanan biji di atas permukaan tanah dan 1 cm di dalam tanah, potensi bahan bakar dan kadar air bahan bakar diukur sebelum pembakaran dimulai. Kemudian, bahan bakar sebanyak 45 kg (berdasarkan penelitian pendahuluan yang membuktikan bahwa bahan bakar maksimum yang diperkenankan untuk tetap berada di tegakan *A.mangium* agar tegakan aman dari bahaya kebakaran hutan adalah 3 ton/ha) disebar di atas petak seluas 150m² tersebut, sementara ketinggian bahan bakarnya adalah 8 cm. Pada potensi bahan bakar 3 ton/ha serta tinggi bahan bakar 8 cm maka temperatur hasil pembakaran akan mencapai sekitar 150°C dengan tinggi nyala api kurang dari 1 m. Pada

temperatur 150°C, biji *A.mangium* akan mati (Saharjo dan Watanabe, 1997). Api akan sulut pada setiap sisi petak percobaan. Segera setelah pembakaran maka bahan bakar yang tersisa dihitung kembali.

Tinggi dan Diameter pohon

Semua pohon yang berada di dalam petak percobaan dihitung tinggi dan diameternya. Tinggi diukur menggunakan alat pengukur tinggi sementara diameter pohon diukur setinggi dada menggunakan *vernier caliper*.

Pendugaan simpanan biji

Dalam lantai hutan

Empat kuadrat berukuran 1 m x 1 m dibuat di dalam petak percobaan dalam rangka menghitung potensi biji. Semua biji yang ditemui dikumpulkan dan dihitung jumlahnya.

Dalam tanah

Simpanan biji dalam tanah dihitung dengan menggunakan “ring sample” yang mempunyai volume 400cm³ (luas permukaannya adalah 100 cm² dan tingginya adalah 4 cm). Ring sample ini digunakan untuk mengambil simpanan biji pada dua tingkat kedalaman, yaitu 0-5 cm dan 5-10 cm. Dalam setiap kuadrat diambil 5 ulangan. Jumlah biji yang ditemui, dikumpulkan untuk dihitung jumlahnya, dan persentase kecambahnya.

Perkecambahan biji

Biji yang diambil dari 4 tegakan beda umur tadi pada kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm kemudian disebarkan di dalam kotak perkecambahan dalam rangka untuk mengetahui persentase kecambahnya. Media yang digunakan adalah pasir yang sudah dikeringkan dengan cara digoreng selama 8 jam dan didinginkan semalam. Empat kotak kecambah diisi separuhnya dengan media pasir tadi kemudian ditempatkan dalam rumah kaca. Biji-biji sebelum disebarkan dalam kotak kecambah disimpan dalam air panas (85°C) selama 1 menit dan direndam dalam air biasa selama 24 jam. Dalam kotak pertama diisi 251 biji, kotak ke-dua 175 biji, kotak ke-tiga 167 biji dan kotak ke-empat 113 biji. Monitoring terhadap biji yang berkecambah dilakukan selama dua minggu.

Pendugaan potensi bahan bakar

Pada masing-masing petak percobaan dibuat 5 kuadrat dengan ukuran 1 m² (1 m x 1 m) dalam rangka menghitung potensi bahan bakar dan kadar air. Bahan bakar diduga dengan cara mengumpulkan semua bahan bakar baik yang mati maupun hidup yang terdapat di dalam kuadrat kecil ini. Bahan-bahan yang terkumpul ini kemudian di bawa ke laboratorium untuk dihitung beratnya dan kadar airnya. Kadar air bahan bakar dihitung berdasarkan berat kering dengan terlebih dahulu disimpan dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C.

Percobaan pembakaran

Pembakaran dilakukan di dalam petak percobaan 150m² yang menggunakan bahan bakar sejumlah 45 kg baik yang hidup maupun mati, pada siang hari pkl. 13.00 pm, dan

16.00 pm. Untuk pembakaran digunakan korek api. Api disulut pada semua sisi petak percobaan dan api dibiarkan menjalar secara alami. Pembakaran dilakukan hingga hampir semua bahan bakar terbakar. Pada saat pembakaran berlangsung, temperatur nyala api, laju penjaralan api dan tinggi nyala api dihitung.

Pendugaan temperatur nyala api

Temperatur nyala api pada 0 m dan 1 cm dibawah permukaan tanah dihitung dengan menggunakan “Tempilaq” yang akan mengelupas pada temperatur tertentu sehingga memudahkan untuk mengetahui temperatur maksimum yang dapat dicapai pada saat pembakaran. Masing-masing cairan dengan indikator temperatur berbeda dioleskan pada sebatang pipa aluminium dengan diameter 2 cm dan panjang 30 cm, (Saharjo, 1995). Dalam petak percobaan ditempatkan 2 set alat pengukur ini.

Pendugaan laju penjaralan api

Laju penjaralan api dihitung dengan cara mengukur jarak yang ditempuh kepala api persatuan waktu. Untuk pengukurannya stop watch dan pita ukur digunakan.

Pendugaan panjang nyala api

Panjang nyala api diduga dengan menghitung panjang antara puncak nyala api dengan permukaan bahan bakar. Pengukur tinggi dan counter digunakan.

Pendugaan tinggi tajuk yang dirusak

Tinggi tajuk yang rusak diduga dengan menghitung persentase daun tajuk yang menghitam. Pengukur tinggi pohon digunakan.

Intensitas kebakaran

Intensitas kebakaran merupakan produk dari tersedianya panas pembakaran per unit area dari permukaan dan laju penjaralan api. Dihitung dengan menggunakan rumus Byram (Chandler, *et al*, 1983), $FI: 273 (L)^{2.17}$, dimana FI adalah intensitas kebakaran (kW/m) dan L adalah panjang nyala (m).

Sisa bahan bakar dan potensi bahan bakar setelah pembakaran

Segera setelah pembakaran, semua bahan bakar yang tersisa di dalam petak pembakaran dikumpulkan dan dihitung dalam rangka menentukan berapa banyak bahan bakar yang habis terbakar dan yang tersisa. Sementara itu keadaan bahan bakar setelah pembakaran juga dihitung untuk mengetahui berapa banyak bahan bakar yang terakumulasi.

Dampak panas akibat kebakaran dan anakan alami

Dampak panas kebakaran terhadap pohon dan regenerasi alami setelah pembakaran di lantai hutan dalam setiap petak pembakaran dimonitor setiap bulan dalam rangka untuk mengetahui berapa banyak pohon yang mati dan regenerasi alami dari biji yang berkecambah.

Analisa Statistik

Rancangan acak lengkap digunakan untuk melihat adanya perbedaan diantara pertumbuhan diameter, tinggi dan perilaku api, panjang nyala, laju penjaralan api dan intensitas kebakaran, berdasarkan persamaan berikut (Steel dan Torrie, 1981):

$$Y_{jk} = U + T_j + E_{jk}$$

Dimana, Y_{jk} : Pertumbuhan pohon dan perilaku api pada umur tanaman j dan ulangan k
 U : Rata-rata perlakuan populasi yang disampel
 j : Umur tanaman
 k : Ulangan
 E_{jk} : Komponen random

Untuk melihat adanya perbedaan dalam pertumbuhan pohon dan parameter perilaku api ($p \leq 0.05$), maka uji Duncan digunakan (Steel dan Torrie, 1981).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter pohon (Tabel 1) di dalam petak percobaan berkisar antara 10.3 cm hingga 15.8 cm, dan tingginya berkisar antara 10.7 m hingga 20.0 m. Simpanan biji (Tabel 2) di lantai hutan berkisar antara 16.5 biji/m² untuk tanaman berumur 3 tahun hingga 215.3 biji/m² untuk tanaman berumur 5 tahun. Sementara itu simpanan biji dibawah permukaan tanah berkisar antara 90 hingga 850 biji/m² pada kedalaman 0-5 cm dan 20 hingga 700 biji/m² pada kedalaman 5-10 cm. Persentase perkecambahan dari biji yang diambil dalam lantai dan dibawah permukaan tanah cukup tinggi berkisar anatar 80-90 %. Ini adalah bukti bahwa biji di lantai dan dibawah permukaan tanah berada dalam kondisi yang baik.

Tabel 1. Jumlah , diameter dan tinggi pohon di dalam petak percobaan

Tahun tanam	N/ha	Diameter (cm)	Tinggi (m)
1991/1992	1250	15.8±4.2b	19.4±3.6c
1992/1993	1250	11.7±2.6ab	14.8±2.3b
1993/1994	1250	10.3±2.0a	12.4±0.4a
1994/1995	1250	11.2±2.1a	10.7±1.6a

* Rata-rata signifikan bila standar deviasi diikuti oleh hurup yang berbeda ($p \leq 0.05$)

Tabel 2. Simpanan biji di lantai dan dibawah permukaan tanah

Tahun tanam	Simpanan biji di lantai hutan (per m ²)	Simpanan biji dibawah permukaan tanah (per m ²)	
		0-5 cm	5-10 cm
1991/1992	215.3±135.0b	850.0±740.0c	700.0±400.0c
1992/1993	31.3±18.0a	300.0±280.0b	500.0±300.0b
1993/1994	16.5±10.6a	190.0±120.0a	20.0±20.0a
1994/1995	5.0±3.0a	90.0±10.0a	0.0±0.0a

* Rata-rata signifikan bila standar deviasi diikuti oleh hurup yang berbeda ($p \leq 0.05$)

Ketersediaan bahan bakar (Tabel 3) bervariasi mulai dari 13.7 ton/ha untuk tanaman berumur 3 tahun hingga 25.1 ton/ha. Ketersediaan bahan bakar untuk tanaman berumur 3 tahun lebih rendah dari petak percobaan lain karena petak ini dipelihara oleh divisi Riset PT.Musi Hutan Persada. Jika bahan bakar yang tersedia di dalam petak percobaan ini langsung dibakar, diperkirakan seluruh tegakan akan habis terbakar seperti yang terjadi pada tahun 1994 (Saharjo dan Watanabe, 1996).

Tabel 3. Keadaan cuaca dan perilaku api pada saat pembakaran

	Tahun tanam			
	1991/1992	1992/1993	1993/1994	1994/1995
Keadaan cuaca				
Temperatur (°C)	30	33	35	33
Kelembaban relatif (%)	80	80	75	80
Kecepatan angin (m/det.)	1.7	1.6	1.7	1.8
Perilaku api				
Kadar air bahan bakar (%)	5.5-30.0	12.2-43.9	11.6-31.2	3.5-49.5
B.bakar tersedia (ton/ha)	20.2± 0.5b	23.2± 0.3c	13.7± 0.4a	25.1± 0.3d
B.bakar seb.pembakaran (kg)	4	45	45	45
B.bakar set. Pembakaran (kg)	1.9	2.5	1.2	0.5
Tinggi b.bakar (cm)	8	8	8	8
Laju penjaralan api (m/min.)	1.4± 0.2a	1.5± 0.2a	1.6± 0.2 a	1.7± 0.2 a
Panjang nyala api (m)	0.74± 0.06a	0.78± 0.04a	0.85± 0.04b	0.93± 0.03c
Temperatur nyala (°C)				
0 m	149-159	139-149	149-159	149-170
1 cm dibawah permukaan	< 38	< 38	< 38	< 38
Tinggi tajuk rusak (m)	10-Aug	10-Sep	6-May	10-Aug
Intensitas kebakaran (kW/m)	136.9± 23.9a	151.1± 16.5a	183.1± 21.1b	224.3± 15.8c

* Rata-rata signifikan bila standar deviasi diikuti oleh huruf yang berbeda ($p \leq 0.05$)

Panjang nyala api sebagai indikator intensitas kebakaran tidak begitu tinggi berkisar antara 0.74 m untuk tanaman berumur 5 tahun hingga 0.93 m untuk umur 2 tahun. Intensitas kebakaran tertinggi dicapai pada tanaman berumur 2 tahun dengan jumlah 224.3 kW/m dengan temperatur maksimum adalah 170°C. Panas penyalaan ini mempunyai dampak yang berbeda terhadap tajuk pohon. Intensitas kebakaran akan langsung mempengaruhi derajat kerusakan tajuk pohon dan kemudian menentukan berapa banyak bagian tajuk yang terkena dampak, atau tidak (Whelan, 1995). Tinggi tajuk yang rusak bervariasi antara 5-6 meter pada umur tanaman 3 tahun hingga 9-10 m untuk umur 5 tahun. Namun, temperatur hasil pembakaran ini tidak terlalu berdampak pada biji yang terdapat di lantai hutan, sebab temperatur yang dicapai pada kedalaman 1 cm, dibawah permukaan tanah hanya 38°C, dan biji tetap dorman. Perkecambahan biji *A.mangium*

(Adjers dan Srivastava, 1993) akan tidak berhasil dengan baik jika tidak dipanasi hingga lebih dari 80°C.

Enam bulan setelah kebakaran, tidak ditemukan adanya pohon yang mati atau adanya anakan alami di lantai hutan. Namun terjadi lagi penumpukan bahan bakar 3 bulan setelah pembakaran, berkisar antara 2.6 hingga 5.3 ton/ha (Tabel 4).

Tabel 4. Dampak akibat kebakaran hutan terhadap kematian pohon dan akumulasi bahan bakar

	Tahun tanam			
	1991/1992	1992/1993	1993/1994	1994/1995
Tingkat kematian pohon	0	0	0	0
Ketersediaan bahan bakar (ton/ha)				
3 bulan setelah pembakaran	5.3± 0.2b	2.6± 0.1 a	2.7± 0.2a	5.3±0.2 b
6 bulan setelah pembakaran	8.2±1.7b	4.6± 0.3a	7.6±1.4 b	9.5± 1.7c

* Rata-rata signifikan bila standar deviasi diikuti oleh huruf yang berbeda ($p \leq 0.05$)

Pembakaran mengkonsumsi paling tidak 85-90 % dari bahan bakar yang tersedia. Ini berarti bahwa areal yang bahan bakarnya habis terbakar tersebut akan aman untuk sementara waktu, hingga bahan bakar meningkat kembali. Tingginya bahan bakar yang dikonsumsi pada saat pembakaran berlangsung adalah karena rendahnya kadar air bahan bakar dan juga karena bahan bakar didominasi oleh daun-daun dan bahan bakar mati. Bahan bakar yang paling siap terbakar untuk suatu peristiwa kebakaran hutan adalah lapisan bahan bakar kering yang terdapat di lantai hutan, ranting batang pohon yang mati dan semak belukar. Daun-daun mati atau serasah dipermukaan akan menciptakan lapisan permukaan yang relative mudah terbakar (Brown dan Davis, 1973). Komposisi bahan bakar (hidup dan mati) akan secara langsung mempengaruhi laju penjalaraan api dan temperatur nyala api. Temperatur nyala tertinggi 170°C yaitu pada tanaman berumur 2 tahun disebabkan oleh komposisi dimana bahan bakar hidup lebih banyak terdapat. Ini berarti energi panas yang dibutuhkan lebih banyak dalam rangka pembakaran tersebut. Intensitas kebakaran yang dicapai adalah 224.3 kW/m. Pada saat pertama laju penjalaraan api tidak begitu cepat, namun setelah energi yang dihasilkan meningkat maka lajunya pun meningkat. Sebagai tambahan, temperatur udara dan kelembaban relative juga mempengaruhi pembakaran.

Salah satu alasan mengapa pembakaran terkendali harus dilakukan di hutan tananaman adalah dalam rangka untuk mengurangi tingginya bahan bakar yang terdapat di lantai hutan. Ini akibat dari pemeliharaan seadanya dan lambatnya dekomposisi serasah. Tabel 3 menunjukkan bahwa ketersediaan bahan bakar pada semua petak percobaan berada melebihi jauh diatas batas yang diperkenankan (3 ton/ha). Ini berarti bahwa bila areal tersebut terbakar maka dengan mudah untuk dimusnahkan. Seperti yang terjadi pada tahun 1994 (saharjo dan Watanabe, 1996), dimana 30.000 ha dari 120.000 ha yang ditanam lenyap hanya dalam waktu 3 bulan.

Setelah pembakaran terkendali dilakukan, tidak ditemui adanya pohon yang luka, mati atau timbulnya regenerasi alami di lantai hutan. Ini berarti bahwa prosedur pembakaran akan dapat dilaksanakan berdasarkan syarat sebelumnya yaitu maksimum

bahan bakar 3 ton/ha dan tinggi bahan bakar 8 cm. 3 bulan setelah pembakaran, akumulasi bahan bakar meningkat di dalam petak percobaan yang didominasi oleh dedaunan dan cabang tua. Untuk itu cukup beralasan seandainya, kegiatan pemeliharaan dilakukan pada interval 3 bulan dalam rangka mencegah akumulasi tingginya bahan bakar.

KESIMPULAN

Pembakaran terkendali dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi tingginya bahan bakar dan potensi biji di lantai hutan serta di dalam tanah tanpa merusak atau mematikan tegakan. Pembakaran mengkonsumsi paling tidak 85-90 % dari bahan bakar. Ini berarti areal tersebut akan aman untuk sementara waktu hingga bahan bakarnya meningkat kembali. Tingginya bahan bakar yang dikonsumsi pada saat pembakaran adalah karena rendahnya kadar air bahan bakar dan sebagian besar didominasi oleh daun dan bahan bakar mati.

Temperatur maksimum yang berhasil dicapai pada saat pembakaran adalah 170°C. Sementara intensitas kebakaran maksimum yang dicapai adalah 224.3 kW/m. 3 bulan setelah pembakaran tidak ditemukan adanya pohon yang mati atau timbulnya ledakan anakan alami di lantai hutan. Namun terjadi akumulasi bahan bakar di lantai hutan yang berkisar antara 2.6 hingga 5.3 ton/ha. Pembakaran terkendali di kombinasikan dengan pemeliharaan tegakan seperti weeding, pruning sebaiknya dilakukan dalam mencegah terjadinya kebakaran yang merugikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjers, G., and P.B.L. Srivastava, 1993. Nursery practices. pp: 75-99. *In Acacia mangium: Growing and utilization* (Awang, K and D. Taylor, eds.). Winrock and FAO. Thailand. 280 pp.
- Ahlgren, I.F and C.E. Ahlgren, 1965. Effect of prescribed burning on soil microorganisms in a Minnesota jack pine forest. *Ecology*, 46(3): 304-310
- Brown, A.A., and K.P. Davis, 1973. *Forest fire: Control and use*. 2nd edition. McGraw-Hill book company, New York. 658 p.
- Chandler, C.P., P. Cheney., P.Thomas., L.Tarabud., and D. Williams, 1983. *Fire in forestry, Vol.1: Forest fire behavior and effects*. John Willey and Sons, Inc. 450 p.
- Gill, A.M., and R.A. Bradstock, 1996. Prescribed burning: Patterns and strategies. Paper presented at the 13th Conference on fire and forest meteorology. October 27-31, 1996, Lorne, Australia. 6 p.
- Harvey, A.E., M.F. Jurgensen., and M.J.Larsen, 1976. Intensive fiber utilization and prescribed fire: Effects on the microbial ecology of forests. USDA Forest service general report, Intermountain forest and range experimental station. INT-28. 20 p
- Herr, D.G., L.C. Duchesne., R.Tellier., R.S. McAphine., and R.L. Peterson, 1994. Effect of prescribed burning on the ectomycorrhizal infectivity of a forest soil. *International Journal of Wildland Fire*, 4(2): 95-102
- ITTO., 1993. ITTO guidelines for the establishment and sustainable management of planted forests. 38 p.

- McArthur, A.G., 1962. Control burning in Eucalypt forests. Leaflet forest timber bureau Australian, No.80: 31 pp.
- McCaw, W.L., R.H. Smith., and J.E.Neal, 1997. Prescribed burning of thinning slash in regrowth stands of karri (*Eucalyptus diversicolor*). International Journal of Wildland Fire 7(1): 29-40
- Raison, P.J., P.V. Woods., and P.K. Khana, 1986. Decomposition and accumulation of litter after fire in sub-alpine eucalypt forests. Australian journal of ecology, 11(1): 9-19
- Saharjo, B.H., 1995. The changes in soil properties following burning in a shifting cultivation area in South Sumatra. Wallaceana, 75: 7-9
- Saharjo, B.H., and H. Watanabe, 1996. Fire threaten industrial forest plantation: The case study in South Sumatra, Indonesia. Paper presented at the 13th Conference on fire and forest meteorology. October 27-31, 1996, Lorne, Australia. 23 p.
- Saharjo, B.H., 1997. Fire protection and industrial plantation management in the tropics. Commonwealth forestry review, 76(3): 203-206
- Schmidt, F.H.A., and J.H.S. Fergusson, 1951. Rainfall type based on wet and dry periods of ratios from Indonesia with Wesytern New Guinea. Verhandelingen No.42. Directorate meteorology and geophysics. Jakarta.
- Seabright, D., 1995. Meeting with the Minister. Asian Timber, .14(9): 28-31
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie, 1981. Principles and procedure of statistics: A biometrical approach. 2nd edition McGraw-Hill, Inc. 633 p.
- Whelan, R.J., 1995. The cology of fire. Cambridge university press. 343 p.